

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-152609  
 (43)Date of publication of application : 18.06.1993

(51)Int.CI.

H01L 33/00

(21)Application number : 03-336011  
 (22)Date of filing : 25.11.1991

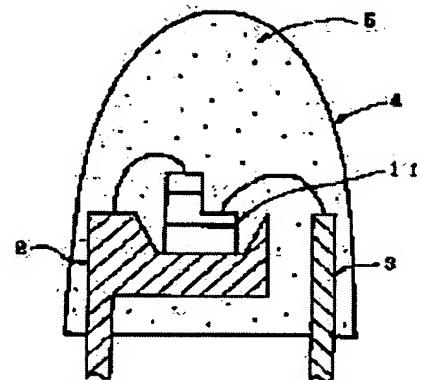
(71)Applicant : NICHIA CHEM IND LTD  
 (72)Inventor : TADATSU YOSHIAKI  
 NAKAMURA SHUJI

## (54) LIGHT EMITTING DIODE

## (57)Abstract:

PURPOSE: To improve the visibility and brightness of a light emitting diode having a light emitting element made of a gallium nitride based compound semiconductor material having its light emitting peaks near 430nm and 370nm.

CONSTITUTION: In a light emitting diode comprising a light emitting elect 11 on a stem and a resin mold 4 surrounding it, the light emitting element 11 is made of a gallium nitride based compound semiconductor specified by a general chemical formula  $GaxAl1-xN$  (where  $0 \leq x \leq 1$ ), and further, a fluorescent dye 5 or a fluorescent pigment, which emits a fluorescent light excited by the light emission of the gallium nitride based compound semiconductor, is added additionally in the resin mold 4.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 08.02.1995  
 [Date of sending the examiner's decision of rejection] 23.06.1998  
 [Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of withdrawal  
 rejection or application converted registration] withdrawal  
 [Date of final disposal for application] 02.12.1999  
 [Patent number]  
 [Date of registration]  
 [Number of appeal against examiner's decision of rejection] 10-11520  
 [Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection] 23.07.1998  
 [Date of extinction of right]

Copyright (C) 1998,2003 Japan Patent Office

BEST AVAILABLE COPY

(54) [Title of the Invention] LIGHT-EMITTING DIODE

(57) [Abstract]

[Purpose] To provide a better visibility and to improve the brightness of a light-emitting diode having a light-emitting element made of a gallium nitride compound semiconductor material with light emission peaks at around 430 nm and at around 370 nm.

[Construction] A light-emitting diode having a light-emitting element disposed on a stem and covered by a resin mold, wherein said light-emitting element is made of a gallium nitride compound semiconductor represented by a general formula of  $\text{Ga}_x\text{Al}_{1-x}\text{N}$  ( $0 \leq x \leq 1$ ), and a fluorescent dye or a fluorescent pigment that emits fluorescence by being excited with light emission of said gallium nitride compound semiconductor is added into said resin mold.

[Claims]

[Claim 1] A light-emitting diode having a light-emitting element disposed on a stem and covered by a resin mold, characterized in that said light-emitting element is made of a gallium nitride compound semiconductor represented by the general formula of  $\text{Ga}_x\text{Al}_{1-x}\text{N}$  ( $0 \leq x \leq 1$ ), and a fluorescent dye or a fluorescent pigment that emits fluorescence by being excited with light emission of said gallium nitride compound semiconductor is added into said resin mold.

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrially Applicable Field] The present device relates to a light-emitting diode (hereafter referred to as LED) obtained by covering a light-emitting element with a resin mold, and more particularly to a wavelength-converting light-emitting diode capable of

various kinds of light emission with one kind of a light-emitting element and further having a high brightness.

[0002]

[Prior Art] Generally, a LED has a structure shown in FIG. 1. There are shown a light-emitting element 1 cut out to be 1 mm square or less and made, for example, of GaAlAs or GaP, a metal stem 2, a metal post 3, and a resin mold 4 covering the light-emitting element. A back surface electrode of the light-emitting element 1 is bonded to and electrically connected to the metal stem 2 with a silver paste or the like; the front surface electrode of the light-emitting element 1 is wire-bonded on its surface by means of a gold wire extending from the metal post 3 serving as the other terminal; and the light-emitting element 1 is molded with a transparent resin mold 4.

[0003] Typically, a resin having a high refractive index and having a high transparency is selected as the resin mold 4 for the purpose of efficiently releasing the emitted light of the light-emitting element into air. In addition, however, an inorganic pigment or an organic pigment is mixed as a coloring agent into the resin mold 4 in some cases for the purpose of converting the emission color of the light-emitting element or for the purpose of correcting the color. For example, a white emission color can be obtained by adding a red pigment into a resin mold of a green light-emitting element having a GaP semiconductor material.

[0004]

[Problems to be Solved by the Invention] However, a technique of converting the wavelength by adding a coloring agent into a resin mold has not been put into practical use, and only the technique of correcting the color by a coloring agent is used. This is because, if a coloring agent which is a non-light-emitting substance capable of converting the wavelength is added to the resin mold, the brightness of the LED itself is greatly

reduced.

[0005] In the meantime, the LEDs having infrared, red, yellow, or green light emission, are currently in practical use, while blue or ultraviolet LEDs are not yet in practical use.

A study of light-emitting elements of blue or ultraviolet light emission is conducted using a semiconductor material such as ZnSe of II-VI group, SiC of IV-IV group, or a GaN of III-V group. Among these, a gallium nitride compound semiconductor represented by the general formula of  $Ga_xAl_{1-x}N$  ( $0 \leq x \leq 1$ ) is recently reported to produce a comparatively excellent light emission at an ordinary temperature and is attracting people's attention. Also, a LED is reported which has realized a pn junction for the first time by using a gallium nitride compound semiconductor (Applied Physics, Vol. 60, No. 2, pp. 163-166, 1991). According to this report, the LED having a gallium nitride compound semiconductor with a pn junction has a light emission wavelength mainly at around 430 nm, and also has a light emission peak in an ultraviolet region around 370 nm. This wavelength is the shortest wavelength among the above-mentioned semiconductor materials. However, the LED has a disadvantage of poor visibility because the LED has a light emission color near to violet color as shown by its light emission wavelength.

[0006] The present invention has been made in view of these circumstances and the purpose thereof is to provide a better visibility and to improve the brightness of a LED having a light-emitting element made of a gallium nitride compound semiconductor material with light emission peaks at around 430 nm and 370 nm.

[0007]

[Means for Solving the Problems] The present invention is a light-emitting diode having a light-emitting element disposed on a stem and covered by a resin mold, characterized in that said light-emitting element is made of a gallium nitride compound semiconductor represented by the general formula  $Ga_xAl_{1-x}N$  ( $0 \leq x \leq 1$ ), and a fluorescent

dye or a fluorescent pigment that emits fluorescence by being excited with light emission of said gallium nitride compound semiconductor is added into said resin mold.

[0008] FIG. 2 is one embodiment showing a structure of a LED of the present invention. There are shown a blue light-emitting element 11 having GaAlN laminated in n-type and p-type on a sapphire substrate, a metal stem 2 and a metal post 3 as in FIG. 1, and a resin mold 4 covering the light-emitting element. The back surface of the light-emitting element 11 is an insulating substrate of sapphire, and an electrode cannot be taken out of the back surface. Therefore, in order to electrically connect the n-electrode of the GaAlN layer to the metal stem 2, a technique is used by which the GaAlN layer is etched to expose a surface of the n-type layer to attach an ohmic electrode and an electrical connection is established with a gold wire. Also, the other electrode is wire-bonded on the surface of the p-type layer by means of a gold wire extending from the metal post 3, in the same manner as in FIG. 1. Further, to the resin molded 4 is added a fluorescent dye 5 that emits a wavelength having a light emission peak at 480 nm by being excited with a wavelength of around 420 to 440 nm.

[0009]

[Effects of the Invention] A fluorescent dye or a fluorescent pigment is generally excited by light of a short wavelength and emits light of a wavelength longer than the excitation wavelength. There is conversely a fluorescent pigment that emits light of a short wavelength by being excited with light of a long wavelength. However, it has an extremely poor energy efficiency and emits light only weakly. As mentioned above, the gallium nitride compound semiconductor has its light emission peak on the shortest wavelength side among the semiconductor materials used in the LEDs and, moreover, has a light emission peak also in the ultraviolet region. Therefore, if it is used as a material for a light-emitting element, addition of a fluorescent dye or a fluorescent

pigment to the resin mold covering the light-emitting element allows excitation of such a fluorescent substance in the most suitable manner. Therefore, light of various wavelength can be obtained by conversion in accordance with the type of the fluorescent dye or the fluorescent pigment, not to mention the color correction of the blue LED. Further, since the short wavelength light is converted into a long wavelength light and the energy efficiency is good, only a small amount of the fluorescent dye or the fluorescent pigment needs to be added, providing an extremely remarkable advantage in view of preventing decrease in the brightness.

[Brief Description of the Drawings]

[FIG. 1] A cross-sectional model view showing a structure of one conventional LED.

[FIG. 2] A cross-sectional model view showing a structure of one embodiment of a LED of the present invention.

[Explanation of Numerals]

11 ... light-emitting element

2 ... metal stem

3 ... metal post

4 ... resin mold

5 ... fluorescent dye

(19)日本国特許庁(JP)

## (12)公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-152609

(43)公開日 平成5年(1993)6月18日

(51)Int.C1.<sup>5</sup>

H 01 L 33/00

識別記号 庁内整理番号

N 8934-4 M

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数1

(全3頁)

(21)出願番号 特願平3-336011

(22)出願日 平成3年(1991)11月25日

(71)出願人 000226057

日亜化学工業株式会社

徳島県阿南市上中町岡491番地100

(72)発明者 多田津 芳昭

徳島県阿南市上中町岡491番地100 日亜化

学工業株式会社内

(72)発明者 中村 修二

徳島県阿南市上中町岡491番地100 日亜化

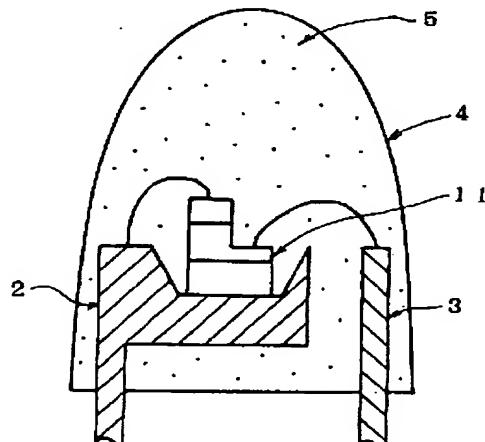
学工業株式会社内

(54)【発明の名称】発光ダイオード

(57)【要約】

【目的】 発光ピークが430 nm付近、および370 nm付近にある窒化ガリウム系化合物半導体材料による発光素子を有する発光ダイオードの視感度を良くし、またその輝度を向上させる。

【構成】 ステム上に発光素子を有し、それを樹脂モールドで包囲してなる発光ダイオードにおいて、前記発光素子が、一般式  $G_a x A_{1-x} N$  (但し  $0 \leq x \leq 1$  である) で表される窒化ガリウム系化合物半導体によりなり、さらに前記樹脂モールド中に、前記窒化ガリウム系化合物半導体の発光により励起されて蛍光を発する蛍光染料、または蛍光顔料が添加されてなる発光ダイオード。



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ステム上に発光素子を有し、それを樹脂モールドで包囲してなる発光ダイオードにおいて、前記発光素子が、一般式  $G_a A_1 A_{1-x} N$  (但し  $0 \leq x \leq 1$  である) で表される窒化ガリウム系化合物半導体よりなり、さらに前記樹脂モールド中に、前記窒化ガリウム系化合物半導体の発光により励起されて蛍光を発する蛍光染料、または蛍光顔料が添加されてなることを特徴とする発光ダイオード。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本考案は発光素子を樹脂モールドで包囲してなる発光ダイオード (以下 LED という) に係り、特に一種類の発光素子で多種類の発光ができ、さらに高輝度な波長変換発光ダイオードに関する。

## 【0002】

【従来の技術】 一般に、LED は図 1 に示すような構造を有している。1 は 1 mm 角以下に切断された例えは  $G_a A_1 A_s$ 、 $G_a P$  等よりなる発光素子、2 はメタルステム、3 はメタルポスト、4 は発光素子を包囲する樹脂モールドである。発光素子 1 の裏面電極はメタルステム 2 に銀ペースト等で接着され電気的に接続されており、発光素子 1 の表面電極は他端子であるメタルポスト 3 から伸ばされた金線によりその表面でワイヤボンドされ、さらに発光素子 1 は透明な樹脂モールド 4 でモールドされている。

【0003】 通常、樹脂モールド 4 は、発光素子の発光を空気中に効率よく放送出する目的で、屈折率が高く、かつ透明度の高い樹脂が選択されるが、他に、その発光素子の発光色を変換する目的で、あるいは色を補正する目的で、その樹脂モールド 4 の中に着色剤として無機顔料、または有機顔料が混入される場合がある。例えば、 $G_a P$  の半導体材料を有する緑色発光素子の樹脂モールド中に、赤色顔料を添加すれば発光色は白色とすることができます。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、従来、樹脂モールドに着色剤を添加して波長を変換するという技術はほとんど実用化されておらず、着色剤により色補正する技術がわずかに使われているのみである。なぜなら、樹脂モールドに、波長を変換できるほどの非発光物質である着色剤を添加すると、LED そのものの自体の輝度が大きく低下してしまうからである。

【0005】 ところで、現在、LED として実用化されているのは、赤外、赤、黄色、緑色発光の LED であり、青色または紫外の LED は未だ実用化されていない。青色、紫外発光の発光素子は II-VI 族の  $ZnSe$ 、I-V-IV 族の  $SiC$ 、III-V 族の  $GaN$  等の半導体材料を用いて研究が進められ、最近、その中でも一般式が  $G_a A_1 A_{1-x} N$  (但し  $x$  は  $0 \leq x \leq 1$  である。) で表される窒

化ガリウム系化合物半導体が、常温で、比較的優れた発光を示すことが発表され注目されている。また、窒化ガリウム系化合物半導体を用いて、初めて p-n 接合を実現した LED が発表されている (応用物理、60巻、2号、p163-p166, 1991)。それによると p-n 接合の窒化ガリウム系化合物半導体を有する LED の発光波長は、主として 430 nm 付近にあり、さらに 370 nm 付近の紫外域にも発光ピークを有している。その波長は上記半導体材料の中で最も短い波長である。しかし、その LED は発光波長が示すように紫色に近い発光色を有しているため視感度が悪いという欠点がある。

【0006】 本発明はこのような事情を鑑みなされたもので、その目的とするところは、発光ピークが 430 nm 付近、および 370 nm 付近にある窒化ガリウム系化合物半導体材料よりなる発光素子を有する LED の視感度を良くし、またその輝度を向上させることにある。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】 本発明は、ステム上に発光素子を有し、それを樹脂モールドで包囲してなる発光ダイオードにおいて、前記発光素子が、一般式  $G_a A_1 A_{1-x} N$  (但し  $0 \leq x \leq 1$  である) で表される窒化ガリウム系化合物半導体よりなり、さらに前記樹脂モールド中に、前記窒化ガリウム系化合物半導体の発光により励起されて蛍光を発する蛍光染料、または蛍光顔料が添加されてなることを特徴とする LED である。

【0008】 図 2 は本発明の LED の構造を示す一実施例である。1 はサファイア基板の上に  $G_a A_1 N$  が n 型および p 型に積層されてなる青色発光素子、2 および 3 は図 1 と同じくメタルステム、メタルポスト、4 は発光素子を包囲する樹脂モールドである。発光素子 1 の裏面はサファイアの絶縁基板であり裏面から電極を取り出せないため、 $G_a A_1 N$  層の n 電極をメタルステム 2 と電気的に接続するため、 $G_a A_1 N$  層をエッチングして n 型層の表面を露出させてオーミック電極を付け、金線によって電気的に接続する手法が取られている。また他の電極は図 1 と同様にメタルポスト 3 から伸ばした金線により p 型層の表面でワイヤボンドされている。さらに樹脂モールド 4 には 420 ~ 440 nm 付近の波長によって励起されて 480 nm に発光ピークを有する波長を発光する蛍光染料 5 が添加されている。

## 【0009】

【発明の効果】 蛍光染料、蛍光顔料は、一般に短波長の光によって励起され、励起波長よりも長波長光を発光する。逆に長波長の光によって励起されて短波長の光を発光する蛍光顔料もあるが、それはエネルギー効率が非常に悪く微弱にしか発光しない。前記したように窒化ガリウム系化合物半導体は LED に使用される半導体材料中で最も短波長側にその発光ピークを有するものであり、しかも紫外域にも発光ピークを有している。そのためそれを発光素子の材料として使用した場合、その発光素子

(3)

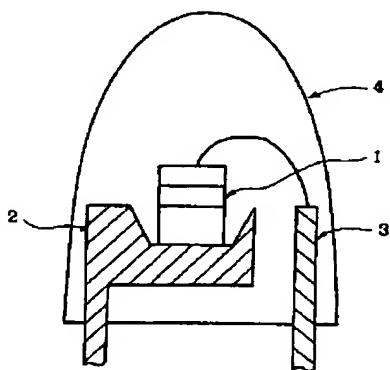
特開平5-152609

4

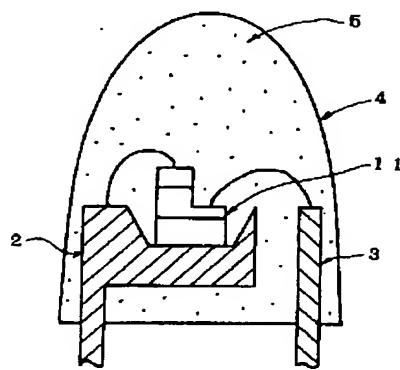
3

を包囲する樹脂モールドに蛍光染料、蛍光顔料を添加することにより、最も好適にそれら蛍光物質を励起することができる。したがって青色LEDの色補正是いうにおよばず、蛍光染料、蛍光顔料の種類によって数々の波長の光を変換することができる。さらに、短波長の光を長波長に変え、エネルギー効率がよい為、添加する蛍光染料、蛍光顔料が微量で済み、輝度の低下の点からも非常に好都合である。

【図1】



【図2】



## 【図面の簡単な説明】

【図1】 従来の一LEDの構造を示す模式断面図。

【図2】 本発明のLEDの一実施例の構造を示す模式断面図。

## 【符号の説明】

11・・・発光素子 2・・・メタルシステム

3・・・メタルポスト 4・・・樹脂モールド

5・・・蛍光染料。